



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

**KUALITAS BIOGAS MENGGUNAKAN LIMBAH SAYUR DAN
FESES KERBAU PADA RASIO C/N DAN LAMA
FERMENTASI YANG BERBEDA**



Oleh:

**APRIANSA
11781101513**

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

**KUALITAS BIOGAS MENGGUNAKAN LIMBAH SAYUR DAN
FESES KERBAU PADA RASIO C/N DAN LAMA
FERMENTASI YANG BERBEDA**



Oleh:

**APRIANSA
11781101513**

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses
Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda
Nama : Apriansa
NIM : 11781101513
Program Studi : Peternakan

Menyetujui:

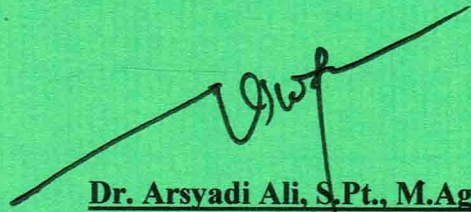
Setelah diujikan pada tanggal 30 November 2021

Pembimbing I



Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si
NIP. 19770727 200710 2 005

Pembimbing II



Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

Mengetahui:

Dekan,

Fakultas Pertanian dan Peternakan



Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

Ketua,


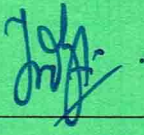
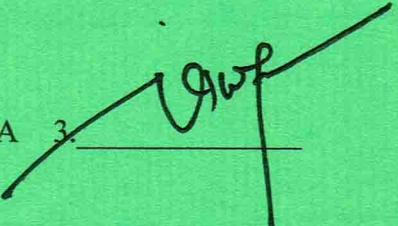

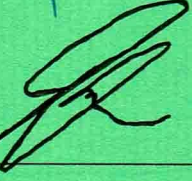
Program Studi Peternakan



Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P
NIP. 19760322 200312 2 003

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Peternakan pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan
dinyatakan lulus pada tanggal 30 November 2021

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Tahrir Aulawi, S.Pt., M.Si	KETUA	
2.	Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si	SEKRETARIS	
3.	Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc	ANGGOTA	
4.	Dewi Ananda Mucra, S.Pt., M.P	ANGGOTA	
5.	Dr. Elviriadi, S.Pi., M.Si	ANGGOTA	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Apriansa
NIM : 11781101513
Tempat/Tgl. Lahir : Kopah, 04 April 1998
Fakultas : Pertanian dan Peternakan
Prodi : Peternakan
Judul Skripsi : Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, November 2021

Yang membuat pernyataan



Apriansa
11781101513



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



*Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ?
(QS: Ar-Rahman 13)*

Ya Allah.....

*Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah
menjadi takdirku, sedih, bahagia, bertemu orang-orang
yang memberiku sejuta pengalaman dan
memberikan warna-warni dalam kehidupanku.
Kubersujud dihadapan Mu...Engaku berikan aku kesempatan
untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku
“Segala Puji bagi Mu ya Allah”*

Alhamdulillah....

*Sujud syukurku kusembahkan kepadamu...
Tuhan yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha
Adil nan Maha Penyayang
atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia
yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar
dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi
satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku*

*Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk
Ayahanda dan Ibundaku tercinta...
yang tiada pernah hentinya selama ini memberiku
semangat, doa, dorongan, nasehat, dan kasih sayang
serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat
menjalani setiap rintangan yang ada didepanku*

Ayah.....Ibu.....

*terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku
untuk membalas semua pengorbananmu dalam hidupmu....
demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan
segala perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

nyawa hingga segalanya
 Dalam silah di lima waktu mulai fajar terbit hingga terbenam
 seraya tangaku menadah
 “ya Allah.... ya Rahman.... ya Rahim....
 Terimakasih telah Kau tempatkan aku
 diantara kedua malaikatmu yang setiap waktu ikhlas
 menjagaku.. mendidikku...membimbingku dengan baik...
 ya Allah... berikanlah balasan setimpal syurga firdaus untuk mereka
 dan jauhkanlah mereka nanti dari panasnya api neraka Mu”

Dalam setiap langkahku
 aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang
 kalian impikan didiriku
 meski belum semua itu kuraih
 ‘insyallah atas dukungan doa dan restu semua
 mimpi itu kan terjawab di masa penuh kehangatan nanti

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat
 kupersembahkan kepada kalian semua
 Terimakasih beribu terimakasih kuucapkan
 Atas segala kekhilafan salah dan kekuranganku,

.....Skripsi ini kupersembahkan.....

UIN SUSKA RIAU



RIWAYAT HIDUP

Apriansa dilahirkan di Desa Kopah, Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau pada Tanggal 4 April 1998. Lahir dari pasangan Bapak Ayasman dan Ibu Rosniati, yang merupakan anak ke-4 dari 4 bersaudara. Masuk sekolah dasar di SDN 016 Kopah pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2011.

Pada tahun 2011 melanjutkan pendidikan ke sekolah lanjutan tingkat pertama di SMPN 6 Teluk Kuantan dan lulus tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke SMAN 2 Teluk Kuantan dan lulus pada tahun 2017.

Pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) diterima menjadi Mahasiswa pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2019 melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Kecamatan Galang, Deli Serdang, Sumatera Utara. Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) di Desa Beringin Taluk, Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau. Melaksanakan penelitian pada Bulan Juni sampai dengan Juli 2021 di kandang UARDS (UIN *Agriculture Research Development Station*) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada 30 November 2021 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Peternakan melalui sidang tertutup Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, dengan judul skripsi “Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda”

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas tersusunnya skripsi ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Teristimewa buat orang tua ananda tercinta ayahanda Ayasman (Alm), ibunda Rosniati dan ayahanda sambung Adisman yang tidak pernah berhenti memberi do'a dan memberikan dukungan kepada anaknya untuk menjadi orang yang berguna.
2. Saudara-saudaraku Noprida Yeti, S.Pd., Yani Lestari (Alm), dan Jejen Saputra yang selalu memberi nasehat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc selaku Wakil Dekan I, Ibu Dr. Ir. Elfawati, M.Si selaku Wakil Dekan II, Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P sebagai Ketua Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Bapak Tahrir Aulawi, S.Pt., M.Si selaku ketua sidang Munaqasah.
8. Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi., M.Si selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc selaku pembimbing II sekaligus penasehat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

akademik yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan masukkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Ibu Dewi Ananda Mucra, S.Pt., M.P selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Elviriadi, S.Pi., M.Si selaku dosen penguji II terima kasih atas kritik dan sarannya untuk kesempurnaan skripsi ini.

10. Seluruh Dosen, Karyawan, dan Civitas akademika Fakultas Pertanian dan Peternakan yang telah membantu penulis dalam mengikuti aktivitas perkuliahan dan yang selalu melayani dan mendukung dalam hal administrasi dengan baik.

11. Egi Sudiska, S.Pt., Muchamad Rico Pernanda dan Desta Wulandari, S.Pd sahabat yang selalu bersedia membantu penulis untuk memberikan arahan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

12. Untuk teman-teman Peternakan 2017 kelas A, B, C, D dan E yang memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam membuat skripsi ini sampai selesai.

13. Untuk teman-teman Ratul Huzza, Tarwi Nalis, Restu Saleh, Muhammad Azizi dan Agridifa Anugerahadi yang selalu bersedia membantu penulis untuk memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

14. Serta seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah Subbhanahu Wa Ta'ala untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Atas segala peran dan partisipasi yang telah diberikan mudah-mudahan Allah SWT membalas jasa baik mereka dengan imbalan pahala berlipat ganda. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini banyak sekali kesalahan dan kekhilafan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca dan semoga skripsi ini ada manfaatnya bagi kita semua. Aamiin ya Robbal alamin.

Pekanbaru, November 2021

Penulis



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Irdha Mirdhayati, S.Pi, M.Si., sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc., sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis didalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga laporan hasil penelitian ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, November 2021

Penulis



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KUALITAS BIOGAS MENGGUNAKAN LIMBAH SAYUR DAN FESES KERBAU PADA RASIO C/N DAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Apriansa (11781101513)

Di bawah bimbingan Irdha Mirdhayati dan Arsyadi Ali

INTISARI

Limbah sayur merupakan bagian dari sayur-sayuran yang sudah tidak dapat digunakan atau dibuang, limbah sayur terdiri dari 3,25% nitrogen, 48,75% karbon, sedangkan rasio C/N yaitu 15. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas terbaik dari kombinasi limbah sayur dan feses kerbau pada kandungan rasio C/N dan lama fermentasi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yaitu 3x3 dengan 2 kali ulangan. Adapun faktor A adalah C/N bahan limbah sayur dan feses kerbau dengan taraf 22,34, 23, 23,5 dan faktor B adalah lama fermentasi 10, 20, dan 30 hari. Parameter yang diamati: nilai pH akhir, temperatur akhir, stabilitas api, dan uji nyala api. Data dianalisis secara statistik, menggunakan sidik ragam RAL pola faktorial dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan komposisi biogas feses kerbau dan limbah sayur tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai pH akhir tetapi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap temperatur akhir, nilai stabilitas api, dan uji warna api. Kesimpulan penelitian ini bahwa faktor lama fermentasi 30 hari mampu menurunkan suhu akhir dan meningkatkan stabilitas api yang lebih baik serta menghasilkan warna api yang baik, perlakuan terbaik adalah rasio bahan baku C/N feses kerbau dan limbah sayur (84%:16%) dengan lama fermentasi 30 hari.

Kata kunci : *biogas, C/N, feses kerbau, pH, limbah sayur.*

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BIOGAS QUALITY USING VEGETABLE WASTE AND BUFFALO FECES WITH C/N RATIO AND DIFFERENT FERMENTATION DURATIONS

Apriansa (11781101513)

Under guidance by name of supervisors: Irdha Mirdhayati dan Arsyadi Ali

ABSTRACT

Vegetable waste is part of vegetables that can no longer be used or disposed of. vegetable waste consists of 3.25% nitrogen, 48.75% carbon, while the C/N ratio is 15. This study aims to determine the best biogas production from a combination of vegetable waste and buffalo feces at different content of C/N ratio and fermentation time. This study used an experimental method with a completely randomized design (CRD) with a factorial pattern of 3x3 with 2 replications. The A factor is C/N vegetable waste material and buffalo feces with levels 22.34, 23, 23.5, and factor B is the fermentation time of 10, 20, and 30 days. Parameters observed: final pH value, final temperature, flame stability, and flame test. The data were analyzed statistically; analyzed of factorial CRD and continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the comparison of the composition of buffalo feces biogas and vegetable waste did not have a significant effect ($P > 0.05$) on the final pH value but had a very significant effect ($P < 0.01$) on the final temperature, flame stability value, and flame color test. This study concluded that the 30-day fermentation time factor was able to reduce the final temperature and increase the stability of a better fire and produce a good color fire, the best treatment was the ratio of raw material C/N of buffalo feces and vegetable waste (84%:16%) with a long period 30 days of fermentation.

Keywords : biogas, C/N, buffalo feces, pH, vegetable waste.

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

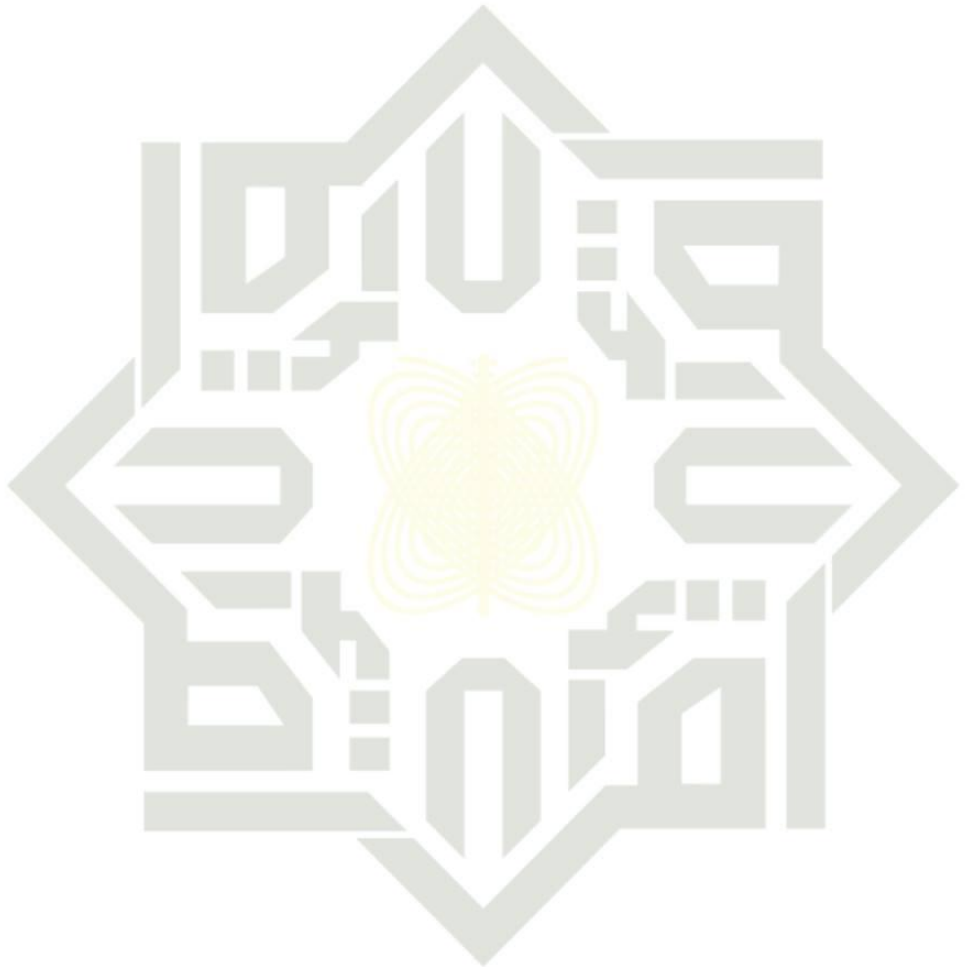
Isi	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Biogas.....	5
2.2 Feses Kerbau	6
2.3 Limbah Sayur	6
2.4 Faktor Pengaruh Produksi Biogas	7
2.5 Proses Pembentukan Biogas.....	10
2.6 Starter Effective Microorganisme (EM ₄)	12
III. MATERI DAN METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Prosedur Penelitian.....	15
3.5 Parameter yang Diukur.....	19
3.6 Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 pH Awal Bahan Biogas	24
4.2 pH Akhir Bahan Biogas	25
4.3 Temperatur Awal Bahan Biogas	27
4.4 Temperatur Akhir Bahan Biogas.....	28
4.5 Stabilitas Api	30
4.6 Uji Nyala Api	31



V	PENUTUP	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
	DAFTAR PUSTAKA	34
	<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komponen Penyusun Biogas	5
3 Analisis Awal Bahan Penelitian Feses Kerbau	16
3 Analisis Awal Bahan Penelitian Limbah Sayur	16
3.3 Komposisi Bahan Penelitian Feses Kerbau dengan Limbah Sayur	17
3.4 Analisis Keragaman	22
4.1 Rata-rata pH Awal Aahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur	24
4.2 Rata-rata pH Akhir Bahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur	25
4.3 Rata-rata Temperatur Awal Bahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur (°C)	28
4.4 Rata-rata Temperatur Akhir Bahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur (°C)	29
4.5 Rata-rata Stabilitas Api Bahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur (detik)	30
4.6 Uji Warna Api Bahan Biogas Feses Kerbau dan Limbah Sayur	32

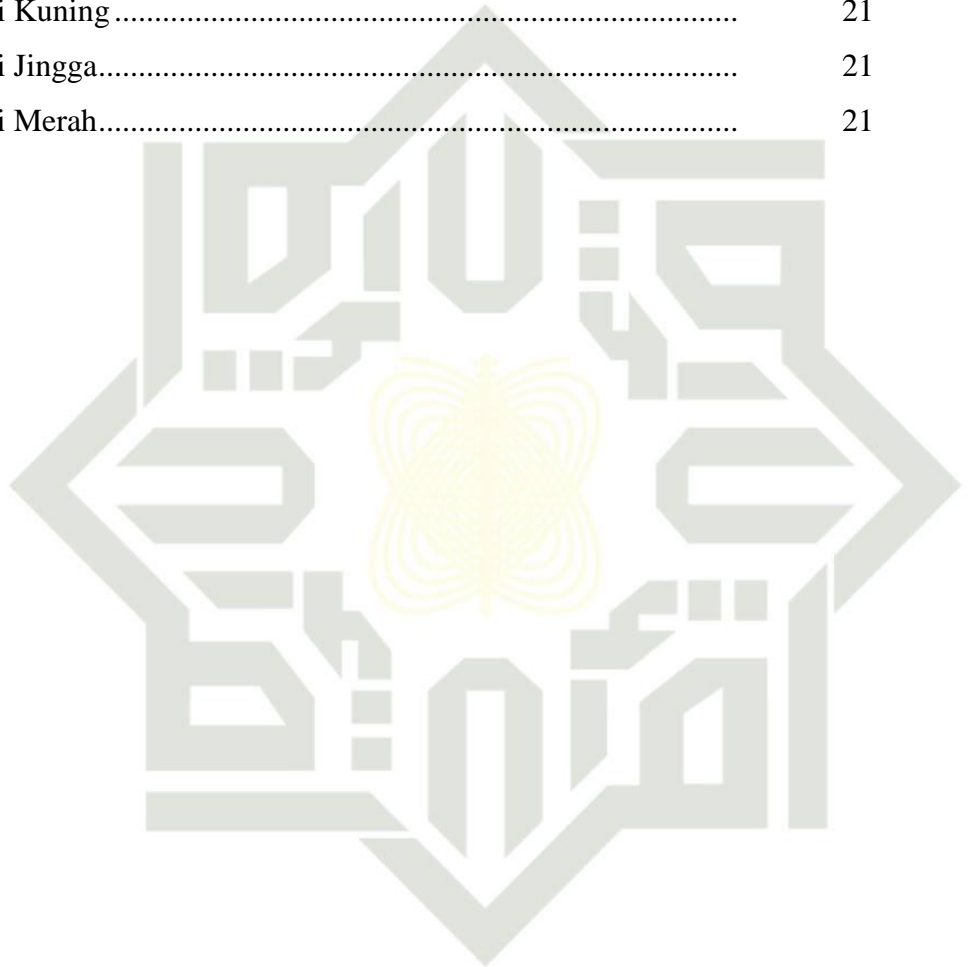


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3. Diagram Alir Penelitian	15
3. Modifikasi Digester Biogas	18
3. Warna Api Biru	20
3.4 Warna Api Kuning	21
3. Warna Api Jingga.....	21
3. Warna Api Merah.....	21

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Presentase Penambahan Setiap Perlakuan Biogas	40
2 Data pH Awal Bahan Biogas	44
3 Data pH Akhir Bahan Biogas.....	47
4 Data Temperatur Awal Bahan Biogas.....	50
5 Data Temperatur Akhir Bahan Biogas	53
6 Data Stabilitas Api Bahan Biogas	57
7 Uji Nyala Api	61
8 Dokumentasi Penelitian	62

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1.1 Latar Belakang

Biogas adalah hasil proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob mampu menghasilkan gas-gas seperti: CH_4 , CO_2 , H_2S , H_2O dan gas-gas lain. Dimana CH_4 memiliki nilai kalor atau panas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Gas ini dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob, karena pada dasarnya semua bahan dasar organik yang mengandung senyawa karbohidrat, protein dan lemak dapat diolah untuk menghasilkan biogas (Bahrin dkk., 2011).

Karakteristik bahan baku biogas harus memiliki karakteristik yang khas agar keberhasilan proses fermentasi berjalan dengan lancar. Idealnya, bahan baku biogas yang dipilih dan dicampur dalam proporsi yang tepat agar menghasilkan biogas yang berkualitas. Kandungan air, derajat keasamaan (pH) dan kualitas bahan baku biogas merupakan hal yang sangat penting perlu diperhatikan. Untuk mendapatkan kualitas biogas yang baik, maka beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti: rasio C/N, lama fermentasi, temperatur pH, kandungan bahan kering. Rasio C/N merupakan perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan organik, apabila rasio C/N sangat tinggi maka nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh. Menurut Sarwono dkk (2018) rasio C/N menunjukkan perbandingan jumlah dari kedua bahan, dimana mikroorganisme membutuhkan nitrogen dan karbon untuk proses asimilasi, karbon digunakan sebagai energi sedangkan nitrogen digunakan untuk membangun struktur sel, bakteri penghasil metana menggunakan karbon 30 kali lebih cepat dari pada nitrogen.

Menurut Candrika (2013) lama waktu fermentasi untuk menghasilkan biogas sekitar 15 sampai 30 hari. Agar bakteri metan bekerja secara optimal, maka membutuhkan suhu berkisar 35°C atau pada kondisi mesofilik berkisar 20°C - 35°C . Pada umumnya produksi biogas akan tercapai secara optimum pada pH 6-8, akan tetapi pada proses anaerob nilai pH akan memiliki kisaran tersendiri pada setiap tahap (Wahyuni, 2009).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bahan baku yang biasa dijadikan biogas adalah kotoran ternak dan limbah-limbah yang dihasilkan produk sampingan pertanian. Salah satu kotoran ternak yang masih belum optimal pemanfaatannya adalah feses kerbau. Dimana feses kerbau digunakan sebagai sumber C dan N dalam pembentukan gas metan (Sukmana, 2011). Feses kerbau terdiri atas kadar karbon 44,24%, kadar nitrogen sebesar 1,98%, kadar airnya 82,12%, bahan kering 17,88% (Sipahutar, 2020). Menurut Santoso dkk (2019) seekor kerbau mampu menghasilkan kotoran sekitar 25 kg hingga 30 kg kotoran per hari. Jika diambil asumsi angka minimal, dimana satu ekor kerbau mampu menghasilkan kotoran sebanyak 25 kg setiap harinya.

Menurut Badan Pusat Statistik (2019) menyatakan bahwa populasi ternak kerbau di Provinsi Riau yaitu berjumlah 23.677 ekor. Potensi ternak yang cukup besar di Provinsi Riau dapat menjadi salah satu alternatif dalam pemenuhan kebutuhan energi di masyarakat, dengan memanfaatkan residu (feses kerbau) ternak sebagai biogas.

Menurut Haryati (2006) kotoran ternak merupakan pilihan yang tepat sebagai bahan baku pembuatan biogas, karena didalam kotoran ternak telah mengandung bakteri metanogenik yang dapat menghasilkan gas metan. Untuk mendapatkan hasil biogas yang lebih baik perlu diformulasikan dengan menggabungkan atau menambahkan bahan organik lain, pada dasarnya semua bahan dasar organik yang mengandung senyawa karbohidrat, protein, lemak dapat diolah untuk menghasilkan biogas (Bahrin dkk., 2011).

Salah satu bahan organik yang dapat dijadikan biogas yaitu limbah sayur. Limbah sayur merupakan bagian dari sayur-sayuran yang sudah tidak dapat digunakan atau dibuang. Jenis-jenis limbah sayur dapat berupa bayam, kangkung, kabis, kecambah hijau, daun kembang kol, kulit jagung, dan daun singkong.

Pengelolaan limbah sayur menjadi biogas dapat mengurangi masalah sampah. Biogas yang dihasilkan dari limbah sayur tidak berbeda dengan biogas yang dihasilkan dari bahan lainnya (Ali, 2017). Potensi limbah sayur untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biogas sebenarnya cukup besar, namun belum banyak dimanfaatkan bahkan dapat menimbulkan masalah pencemaran dan kesehatan lingkungan yang dapat merugikan kesehatan sekitar (Setiawan, 2007). Menurut Wulandari (2006) limbah sayur terdiri dari 3,25% nitrogen,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

48,75% karbon, sehingga nilai minimal rasio C/N dari limbah sayur yaitu 15. Sedangkan menurut Maryani (2016) kandungan air pada limbah sayur yaitu 92,16% air, dan kandungan bahan kering yaitu 7,84%. Campuran limbah sayur dan feses kerbau merupakan bahan baku biogas yang berpotensi untuk diolah menjadi biogas (Agustina, 2016).

Untuk mempercepat dalam suatu proses fermentasi untuk pembentukan biogas dalam digester yang memanfaatkan bakteri sebagai sarana untuk memecah senyawa polimer (karbohidrat, lemak, dan protein) diperlukan media tambahan untuk membantu mempercepat proses, dan salah satu media yang dapat digunakan untuk membantu mempercepat proses tersebut adalah *Effective Microorganisme* (Sundari dkk., 2012). *Effective Microorganisme* (EM₄) merupakan media berupa cairan yang berisi mikroorganisme yang dapat memecah senyawa polimer (karbohidrat, lemak, dan protein) menjadi senyawa monomernya. Pemberian EM₄ akan berpengaruh terhadap proses fermentasi yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap massa, nilai kalor, dan kecepatan pembentukan biogas perlu dilakukan mengingat semakin cepat pembentukan biogas, maka akan semakin banyak sumber energi yang dihasilkan, sehingga produksi biogas semakin tinggi (Aji, 2015).

Dari hasil penelitian sebelumnya, produksi biogas menggunakan feses kerbau dan kulit nanas sebanyak 5 kg dapat menghasilkan stabilitas api selama 64,83 detik (Sipahutar, 2020). Sedangkan menurut hasil penelitian Mirah dkk (2016) fermentasi biogas 22 hari mampu menghasilkan volume gas 30 ml, dan mengalami puncak produksi biogas pada hari ke 32 menghasilkan volume gas 130.000 ml. Berdasarkan uraian diatas, peneliti telah melaksanakan penelitian yang berjudul **“Kualitas Biogas Menggunakan Limbah Sayur dan Feses Kerbau pada Rasio C/N dan Lama Fermentasi yang Berbeda”**.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui produksi biogas limbah sayur dan feses kerbau berdasarkan kandungan rasio C/N yang berbeda (22,34, 23, dan 23,5) serta lama waktu fermentasi yang berbeda (10, 20, dan 30 hari) yang ditinjau dari



nilai pH awal dan nilai pH akhir bahan isian biogas, temperatur awal dan temperatur akhir bahan isian biogas, uji nyala api, dan stabilitas api.

1.3 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian adalah :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa feses kerbau dan limbah sayur dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biogas.
2. Memberikan kontribusi terhadap energi terbarukan dengan pemanfaatan feses kerbau dan limbah sayur.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah :

1. Perbandingan komposisi biogas feses kerbau dan limbah sayur dengan rasio C/N 23,5 menghasilkan kualitas biogas terbaik berdasarkan uji nyala api, dan stabilitas api.
2. Lama waktu fermentasi biogas 30 hari menghasilkan kualitas biogas terbaik berdasarkan uji nyala api, dan stabilitas api.
3. Terdapat interaksi antara rasio C/N dengan lama waktu fermentasi yang berbeda terhadap nilai pH awal dan nilai pH akhir bahan isian biogas, temperatur awal dan temperatur akhir bahan isian biogas, uji nyala api, dan stabilitas api.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas merupakan gas campuran metana (CH_4) karbon dioksida (CO_2) dan gas lainnya yang di dapat dari hasil penguraian bahan organik seperti (kotoran hewan, kotoran manusia, dan tumbuhan) oleh bakteri metanogen. Untuk menghasilkan biogas, bahan organik yang dibutuhkan, ditampung dalam biodigester, proses penguraian bahan organik terjadi secara anaerob, biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah biodigester terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20-25, biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50%-70% metana (CH_4), 30%-40% karbon dioksida (CO_2) dan gas lainnya dalam jumlah kecil (Harsono, 2013). Menurut Hermawan (2005) komponen biogas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komponen Penyusun Biogas.

Jenis Gas	Konsentrasi (%)
Metana (CH_4)	54-70
Karbon dioksida (CO_2)	27-45
Air (H_2O)	0,3
Hidrogen sulfide (H_2S)	0-3
Nitrogen (N_2)	0,5-3
Hidrogen	5-10

Sumber : Hermawan, 2005

Hermawan (2005) Menyatakan bahwa komposisi biogas yang dihasilkan sangat tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Namun demikian, komposisi biogas yang utama adalah gas metana (CH_4) dan gas karbon dioksida (CO_2) dengan sedikit hidrogen sulfida (H_2S). Menurut Yahya dan Triyotno (2017) biogas merupakan hasil dekomposisi bahan organik melalui proses fermentasi anaerob yang menghasilkan gas bio berupa gas metana (CH_4), biogas dapat dikembangkan untuk kebutuhan rumah tangga serta industri. Energi biogas tergantung dari konsentrasi metana, semakin tinggi kandungan metana, semakin besar nilai kalor pada biogas, sebaliknya jika kandungan metana rendah, nilai kalor pada biogas juga rendah (Abbasi *et al.*, 2012).

Secara ilmiah proses biogas ini menghasilkan gas yang mudah terbakar yakni CH_4 atau di sebut dengan gas metana yang bersifat mudah terbakar (*flamable*), tidak berbau dan tidak berwarna. Gas metana terbentuk karena proses fermentasi



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

secara anaerob oleh bakteri metana atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas metan (CH_4) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas. Gas metan sama dengan gas LPG, bedanya gas metan hanya mempunyai satu atom C, sedangkan LPG lebih banyak mengandung atom C (LIPI, 2005).

2. Feses Kerbau

Limbah peternakan sering kali dianggap pengganggu dan pencemaran lingkungan. Limbah peternakan biasanya terdiri dari kotoran, urin dan sisa pakan. Dalam keadaan normal jumlah feses yang dikeluarkan oleh kerbau dewasa berkisar antara 20 kg-40 kg selama 24 jam (Cahya dkk., 2014). Keadaan potensial inilah yang menjadi alasan perlu dilakukan upaya dalam penanganan pada kotoran dari ternak. Menurut Sudiarto dan Bambang (2008) menyatakan bahwa limbah peternakan yang dihasilkan tidak lagi menjadi beban biaya usaha akan tetapi menjadi hasil ikutan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan bila mungkin setara dengan nilai ekonomi produk utama (daging).

Damanik dkk (2014), menyatakan bahwa kotoran ternak jika didiamkan begitu saja akan mengalami penyusutan unsur kimianya. Penyusutan biasa disebabkan oleh penguapan dan pencucian oleh air hujan, angin, panas matahari dan kelembaban lingkungan. Komposisi unsur-unsur yang terdapat pada kotoran ternak kerbau adalah nitrogen 0,6%, pospor (P_2O_5) 0,3%, kalium (K_2O) 0,34%, dan air 85%. Menurut Sipahutar (2020) feses kerbau terdiri atas kadar karbon 44,24%, kadar nitrogen sebesar 1,98% dan kadar airnya 82,12%.

2.3 Limbah Sayur

Limbah sayur merupakan bagian dari sayur-sayuran yang sudah tidak dapat digunakan atau dibuang. Jenis-jenis limbah sayur dapat berupa bayam, kangkung, kacang, kecambah kacang hijau, daun kembang kol, kulit jagung, dan daun singkong. Limbah sayur yang tidak terpakai menjadi salah satu masalah lingkungan yang sampai saat ini belum dapat ditangani dengan cepat dan tepat. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan etika dan estetika



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lingkungan, menimbulkan bau tidak sedap, dapat menjadi tempat berkembangnya berbagai macam penyakit, dan dapat memicu pemanasan global (Chandra, 2012). Pengelolaan limbah sayur menjadi biogas dapat mengurangi masalah sampah. Biogas yang dihasilkan dari limbah sayur tidak berbeda dengan biogas yang dihasilkan dari bahan lainnya. Sementara itu limbah dapat dijadikan bahan untuk pembuatan biogas dengan mencampurkan kotoran hewan seperti feses kerbau. Menurut Alex (2012) cara ini diharapkan dapat mengurangi volume sampah yang semakin melimpah. Bila pengelolaan sampah berkembang baik, lingkungan akan menjadi sehat dan bersih.

Potensi limbah sayur untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biogas sebenarnya cukup besar, namun belum banyak dimanfaatkan bahkan dapat menimbulkan masalah pencemaran dan kesehatan lingkungan yang dapat merugikan kesehatan sekitar (Setiawan, 2007). Menurut Wulandari (2006) menyatakan bahwa limbah sayur terdiri dari 3,25% nitrogen, 48,75% karbon, sehingga rasio C/N dari limbah sayur yaitu sebesar 15. Menurut Maryani (2016) kandungan air pada limbah sayur yaitu 92,16% air, dan kandungan bahan kering yaitu 7,84%.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Pada tahap proses pembentukan biogas terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebagai kendali keberhasilan produksi biogas. Beberapa faktor tersebut diantaranya :

a. Jenis Substrat

Jenis substrat yang digunakan sebagai bahan baku merupakan faktor yang penting. Hal ini sangat berpengaruh terhadap lamanya waktu komposisi bahan sampai terbentuknya gas metana. Bahan organik yang mengandung selulosa dan lignin lebih lama terdekomposisi dibanding dengan limbah kotoran ternak. Sehingga untuk menghasilkan proses yang optimal, bahan yang digunakan sebaiknya merupakan campuran limbah pertanian dengan kotoran ternak (Muryanto, 2014).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Temperatur

Selama proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam digester anaerob diperlukan pengendalian suhu atau temperatur yang tepat, karena temperatur berperan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi bakteri khususnya bakteri metanogenik. Kisaran suhu yang baik untuk perkembangan bakteri metanogenik yaitu pada kisaran mesofilik, antara 25°C-30°C (Haryanto, 2014). Temperatur yang melebihi batas akan menyebabkan rusaknya protein dan komponen sel esensial lainnya sehingga menyebabkan sel mati. Demikian pula bila temperatur dibawah batas maka akan menyebabkan transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian temperatur berpengaruh terhadap proses perombakan bahan organik dan produksi gas. Kondisi temperatur pada digester tidak hanya berpengaruh terhadap tingginya produksi biogas namun berpengaruh juga terhadap kecepatan waktu untuk menghasilkan produksi pada nilai optimum (Darmanto dkk., 2012).

c. pH

Derajat keasaman (pH) menunjukkan sifat asam atau basa pada suatu bahan. Faktor pH sangat berperan pada dekomposisi anaerob karena apabila pH tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Pada akhirnya kondisi ini dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8-7,8 (Simamora, 2006). Menurut Haryanto (2014) bakteri metanogenik dalam pertumbuhannya menghendaki pH netral yaitu berkisar 6-7.

d. Rasio C/N

Konsentrasi substrat dapat mempengaruhi proses kerja mikroorganisme sebanding dengan konsentrasi substrat. Kandungan air dalam substrat dan homogenitas sistem juga mempengaruhi proses kerja mikroorganisme, karena kandungan air yang tinggi akan memudahkan proses penguraian, sedangkan homogenitas sistem membuat kontak antara mikroorganisme dengan substrat menjadi lebih intim (Yuwono, 2005).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut Yuwono (2005) bahwa rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam satuan bahan. Imbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme, imbangan C/N yang optimum bagi mikroorganisme perombak adalah 25-30,5.

e. Lama Fermentasi

Menurut Mirah dkk (2016) biogas mulai terbentuk pada hari ke 22 hingga hari ke 36. Sedangkan menurut Sipahutar (2020) produksi biogas mulai terbentuk pada hari ke 7 sampai hari ke 21, hal ini di tandai dengan membengkaknya alat penampung biogas (ban dalam).

f. Pengadukan

Bahan baku yang sukar dicerna akan membentuk lapisan kerak dipermukaan cairan. Lapisan ini dapat dipecah dengan alat pengaduk. Oleh karena itu, sebaiknya setiap unit pembuatan biogas dilengkapi alat pengaduk. Pemasangan alat pengaduk harus dilakukan dengan hati-hati agar jangan sampai terjadi kebocoran pada tangki pencerna (Paimin, 2001).

Pengadukan dan pembuatan biogas perlu dilakukan, hal ini bertujuan untuk menghomogenkan bahan baku agar mempercepat kontak substrat dengan mikroorganisme, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan bahan-bahan lainnya. Karena dikhawatirkan pada saat pencampuran dilakukan, bahan-bahan tersebut tidak tercampur dengan baik dan merata. Pengadukan dapat dilakukan sebelum dimasukan ke dalam digester atau ketika bahan sudah berada di dalam digester (Haryanto, 2014).

Sebelum bahan isian dimasukan kedalam digester terlebih dahulu dilakukan pengadukan, dimana tujuan dari pengadukan itu adalah untuk menyeragamkan atau menghomogenkan bahan isian. Jika tidak dilakukan pengadukan akan terjadi pengumpalan atau pengendapan bahan organik yang menyebabkan terhambatnya biogas (Harahap, 2007).



2.5 Proses Pembentukan Biogas

Biogas secara karakteristik fisik merupakan gas. Menurut Nasution (2016) pembentukan biogas terjadi karna adanya proses pencernaan anaerob merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu pemecahan bahan organik oleh aktivasi *metanogenik* dan bakteri *asinogenetik* pada kondisi tanpa udara. Karena itu, proses pembentukannya membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Pada prinsipnya biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang yang anaerob atau tanpa oksigen. Faktor yang mempengaruhi kualitas biogas adalah kadar pH bahan isian. Proses yang berlangsung secara anaerob dalam tempat tertutup ini juga memberikan keuntungan secara ekologi karena tidak menimbulkan bau yang menyebar kemana-mana. Berikut mekanisme pembentukan biogas secara umum :



Apabila diuraikan dengan terperinci secara keseluruhan menurut Nasution (2016) terdapat tiga proses utama dalam pembentukan biogas yaitu proses hidrolisis, pengasaman (asidifikasi), dan metanogenesis. Keseluruhan proses ini tidak terlepas dari bantuan kinerja mikroorganisme anaerob.

a. Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis, bahan organik di enzimatik secara eksternal oleh enzim ekstra selular (selulose, amilase, protease dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Dengan suhu pada proses mesofilik 35°C-38°C dan proses termofilik 55°C-57°C dengan pH 6,5-7,5 (Nasution, 2016). Mikroba hidrolitik seperti *Cellulomonas sp*, *Cytopaga sp*, *Cellvibrio sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, dan *Lactobacillus plantarum* mampu mengeluarkan enzim hidrolase sehingga mengubah biopolimer menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sebagai contoh polisakarida diubah menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptida dan asam amino. Berdasarkan uraian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tersebut, pada proses hidrolisis terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana dan perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer.

b. Pengasaman (Asidifikasi)

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat (CH_3COOH), hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2) salah satu contoh bakteri asetogenesis yaitu *Acetobacter aceti*. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan (Nasution, 2016).

Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentuk gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, H_2S , dan sedikit gas metana (Nasution, 2016).

c. Metanogenesis

Bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methanobacterium* akan merubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas metan, karbon dioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Jumlah energi yang dihasilkan dalam pembentukan biogas sangat bergantung pada konsentrasi gas metana yang dihasilkan pada proses metanogenesis. Semakin tinggi kandungan metana yang dihasilkan, maka semakin besar pula energi yang terbentuk. Sebaliknya, apabila konsentrasi gas metana yang dihasilkan rendah, maka energi yang dihasilkan juga semakin rendah. Kualitas biogas yang dihasilkan juga dapat ditingkatkan melalui penghilangan hydrogen sulfur, kandungan air, dan karbon dioksida yang turut terbentuk. Hydrogen sulfur merupakan senyawa yang mengandung racun dan dapat menyebabkan korosi (pengkaratan) sehingga menjadi berbahaya apabila biogas mengandung senyawa ini karena dapat merusak instalasi. Kandungan air dihindari karena dapat



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menurunkan titik penyalan biogas. Kandungan ketiga zat tersebut dapat dihilangkan menggunakan alat desul-furizer yang dibutuhkan untuk menyalakan mesin generator (angin) agar mesin tidak mudah mengalami korosi (Nasution, 2016).

d. Mikroorganisme Pembantu

Proses pembentukan biogas tidak terlepas dari kinerja mikroorganisme. Mikroorganisme yang berupa bakteri metanogenik ini membantu proses fermentasi hingga pembentukan biogas. Bakteri ini bekerja merombak bahan organik dan merubahnya menjadi gas metana. Karakteristik bakteri metanogenik dapat hidup dalam lingkungan anaerobic (tanpa oksigen), umumnya bakteri ini terdapat pada kotoran rumen dan kotoran manusia. Bakteri metanogenik dapat diperoleh dari kotoran ternak itu sendiri atau diisolasi dari rumen sapi sebagai starter. Selain terkandung di dalam kotoran padat, bakteri metanogenik juga terkandung dalam bentuk cair dan campuran bahan organik. Pada dasarnya, bakteri sangat sensitif terhadap perubahan suhu lingkungan, sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk mempertahankan populasi bakteri pada kadar yang diperlukan. Perubahan suhu yang tiba-tiba dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan bakteri dan berdampak pada rendahnya produksi gas metana. Karena itu, sangat penting untuk menempatkan digester pada posisi dan lokasi yang tepat agar suhu yang dihasilkan dapat mendukung kinerja bakteri metanogenik (Nasution, 2016).

Pembentukan gas metana (CH_4) sebagian besar didasarkan pada asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida dan sebagian lainnya terbentuk dari alkohol dan asam organik. Alkohol dan asam organik akan terlebih dahulu diubah sebagai asam asetat sebelum mengalami tahap metanogenesis (Gerardi, 2003).

2.5 Starter Effective Mikroorganisme (EM₄)

Starter *Effective Mikroorganisme* (EM₄) merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. *Effective Mikroorganisme* (EM₄) sangat berpengaruh terhadap penguraian zat yang akan menjadikan bahan fermentasi tersebut lebih berkualitas, EM₄ secara umum terbuat dari jenis-jenis usus binatang



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang proses awalnya dari pemanasan, hasil pemanasan meningkatkan pengaruh kualitas terhadap EM₄ (Hanun, 2013). Mikroorganisme memerlukan media yang mengandung nutrisi tertentu untuk tumbuh, mikroorganisme yang tumbuh pada media baru pada umumnya tidak segera berkembang, tetapi memerlukan waktu penyesuaian. Jika faktor lingkungan memungkinkan, dimana mikroorganisme akan berkembang dengan kecepatan lambat, kemudian meningkat menjadi cepat (Sasmita, 2017).

Kandungan bakteri pada *Effective Microorganisme* (EM₄) yaitu: *Fosfat*, *Actinobacteria* atau *actinomycetes*, *Lactobacillus plantarum*, dan ragi. Starter *Effective Microorganisme* memerlukan kultur campuran beberapa mikroorganisme seperti: bakteri asam laktat, *actinomycetes*, bakteri fotosintetik, dan ragi (Yamada and Xu, 2001). Untuk mendapatkan hasil biogas yang maksimal maka memerlukan 1% *Effective Microorganisme* (EM₄) dari bahan baku dan bahan pengencer biogas (Asmiarti, 2019). Sedangkan menurut Sanjaya (2012) konsentrasi starter *Effective Microorganisme* (EM₄) membutuhkan 2,5% sampai dengan 10% dari bahan isian biogas.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

III. MATERI DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan Juni - Juli 2021 di kandang UARDS (UIN *Agriculture Research and Developmen Station*) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah feses kerbau yang diambil dari Rumah Potong Hewan (RPH) Jl. Cipta Karya, Tuah Karya, Tampan Kota Pekanbaru, Riau dan limbah sayur diambil di pasar selasa Jl. Soebrantas, Panam, Pekanbaru, Riau. Sedangkan starter *effective microorganisme* (EM₄) yaitu dibeli dari toko pertanian.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah galon 19 liter, ember, kantong plastik, karet gelang, selang plastik, corong besar, lem lilin, pipa Y, kran kuningan, korek api, alat tulis, pisau, pH meter, *thermomoter* ruang, solder, timbangan, wadah ukur, *stopwatch*, dan ban dalam.

3.3 Metode Penelitian

Dimana Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu faktor A dan faktor B dengan 2 kali ulangan. Adapun kombinasi faktor perlakuan dapat dilihat dibawah ini :

Faktor A adalah Perbandingan rasio C/N bahan baku.

A₁ = Rasio C/N 22,34 (feses kerbau 100% + limbah sayur 0%).

A₂ = Rasio C/N 23 (feses kerbau 89,8% + limbah sayur 10,2%).

A₃ = Rasio C/N 23,5 (feses kerbau 84% + limbah sayur 16%).



Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Faktor B adalah Lama waktu fermentasi.

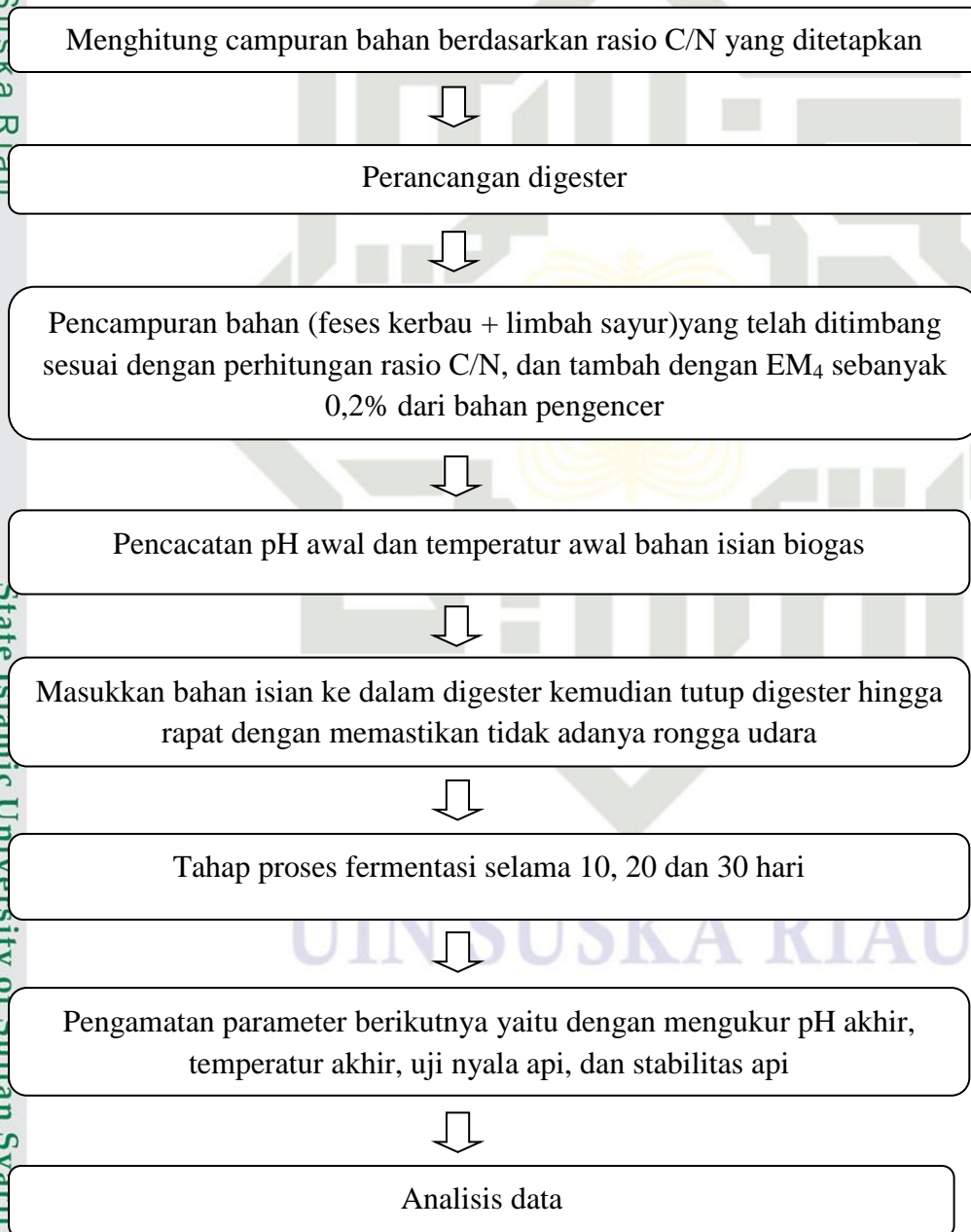
B₀ = Fermentasi 10 hari.

B₁ = Fermentasi 20 hari.

B₂ = Fermentasi 30 hari.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian biogas ditunjukkan dalam diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Prosedur penelitian biogas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Penentuan rasio C/N pada masing-masing bahan

Untuk mengetahui nilai rasio C/N feses kerbau maupun limbah sayur, langkah awal yang dapat dilakukan yaitu dengan cara harus mengetahui nilai Karbon (C) dan Nitrogen (N) pada masing-masing bahan, kemudian dihitung menggunakan rumus :

$$R = \frac{C}{N}$$

Keterangan :

R = rasio

C = nilai karbon bahan

N = nilai nitrogen bahan

Tabel 3.1 Analisis awal bahan penelitian feses kerbau.

No	Kode Sampel	C-Organik (%)	N-Total (%)	C/N	Kadar Air (%)	Bahan Kering (%)
1.	Feses Kerbau	44,24	1,98	22,34	82,12	17,88

Sumber : Sipahutar, 2020

Tabel 3.2 Analisis awal bahan penelitian limbah sayur.

No	Kode Sampel	C-Organik (%)	N-Total (%)	C/N	Kadar Air (%)	Bahan Kering (%)
1.	Limbah Sayur	48,75	3,25	15	92,16	7,84

Sumber : Maryani, 2016

Rasio C/N yang optimum untuk produksi biogas yaitu berkisar 25°C-30°C (Griatmojo, 2004). Rasio C/N feses kerbau adalah 22,34. Perlakuan yang diterapkan adalah rasio C/N (22,34, 23, dan 23,5). Selanjutnya untuk menghitung massa bahan biogas setiap perlakuan menggunakan rumus Richard dan Trauman (2005) yaitu :

$$R = \frac{Q1(C1 \times (100 - M1)) + (Q2(C2 \times (100 - M2)))}{Q1(N1 \times (100 - M1) + (Q2(N2 \times (100 - M2)))}$$

Keterangan :

- R = nisbah C/N bahan biogas
 Q = feses kerbau (kg)
 Q_s = limbah sayur (kg)
 C = kadar C feses kerbau (%)
 C_s = kadar C limbah sayur (%)
 N = kadar N feses kerbau (%)
 N_s = kadar N limbah sayur (%)
 M = kadar air feses kerbau (%)
 M_s = kadar air limbah sayur (%)

b. Penentuan bahan isian penelitian kualitas biogas menggunakan feses kerbau dan limbah sayur pada C/N yang berbeda.

Campuran antara feses kerbau dan limbah sayur dihitung berdasarkan rasio C/N bahan pada setiap perlakuannya. Kemudian tambahkan bahan pengencer (air) sebanyak 1:1 dari bahan baku pembuatan biogas. Lalu ditambahkan starter *effective microorganisme* (EM₄) sebanyak 0,2% dari bahan pengencer dalam campuran 5 kg feses kerbau dan limbah sayur. Komposisi bahan penelitian feses kerbau dan limbah sayur disajikan pada Tabel berikut :

Tabel 3.3 Komposisi bahan penelitian feses kerbau dengan limbah sayur.

Rasio C/N	Berat Bahan (5/Kg)		Komposisi (%)		Air (liter) (Liter)	EM4 (liter) (Liter)
	Feses	Sayur	Feses	Sayur		
20,34	5,00	0,00	100	0,00	5	0,01
20,33	4,49	0,51	89,8	10,2	5	0,01
20,5	4,2	0,8	84	16	5	0,01

c. Perancangan Digester

1. Leher galon dilubangi menggunakan solder sesuai dengan diameter lebar selang plastik yang telah disediakan. Masukkan selang ke dalam lubang leher galon kemudian lem bagian leher galon menggunakan lem plastik, sampai kelihatan tidak adanya celah udara sedikit pun.
2. Diujung selang sambungan dengan pipa Y, sambungkan dengan ujung selang yang mengarah benen sebagai tempat untuk mengetahui terjadinya proses pembentukan gas, dan sambungkan juga dengan ujung selang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang mengarah ke kran sebagai tempat pengeluaran gas. Pembuatan modifikasi digester biogas dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Modifikasi Digester Biogas
Sumber : Salim dan Kalfiar (2017)

d. Persiapan bahan

1. Feses kerbau yang digunakan untuk penelitian ini adalah feses kerbau segar. Kemudian feses kerbau dan limbah sayur ditimbang sesuai dengan perlakuan.
2. Air di tambahkan sebanyak perlakuan yang telah ditetapkan.

e. Pencampuran bahan

Pencampuran bahan dalam ember plastik dengan mencampurkan air, feses kerbau dan limbah sayur sesuai dengan perlakuan :

1. Perlakuan A0 yaitu 100% (5 kg) feses kerbau ditambah air sebanyak 5 liter, dan EM₄ sebanyak 0,01 liter (0,2% dari pengencer).
2. Perlakuan A1 yaitu feses kerbau 89,8% (4,49 kg) ditambah limbah sayur 10,2% (0,51 kg) dan ditambah air sebanyak 5 liter, dan ditambah EM₄ sebanyak 0,01 liter (0,2% dari pengencer).
3. Perlakuan A3 yaitu 84% (4,2 kg) feses kerbau ditambah limbah sayur 16% (0,8 kg) dan ditambah air sebanyak 5 liter, dan ditambah EM₄ sebanyak 0,01 liter (0,2% dari pengencer). Kemudian diaduk hingga homogen.

f. **Penanganan bahan biogas**

1. Bahan baku dimasukan ke dalam digester dengan masing-masing persentase perbandingan yang telah ditentukan dan selanjutnya diberi kode sesuai dengan perlakuan.
2. Peletakan digester disesuaikan dengan temperatur lingkungan sekitar. Gunanya untuk mendapatkan produksi gas yang maksimal selama fermentasi dan dihindari dari paparan sinar matahari langsung yang mengakibatkan tumbuhnya lumut pada dinding digester.
3. Bagian mulut digester ditutup rapat dan pastikan tidak ada rongga udara.

g. **Tahap Fermentasi**

Fermentasi yang dilakukan selama 10, 20, dan 30 hari dengan memastikan tertutup atau tidak terdapat rongga udara pada digester.

3.5 Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi: (1) nilai pH awal dan pH akhir bahan isian biogas, (2) temperatur awal dan temperatur akhir bahan isian biogas, (3) uji nyala api, (4) stabilitas api.

a. **Pengukuran nilai pH awal dan nilai pH akhir**

Pengukuran nilai pH awal dilakukan pada hari ke-0 dan nilai pH akhir pada hari ke 10, 20, dan 30 dengan menggunakan pH meter dengan cara mengambil 5 ml *slurry* dari dalam digester ditambahkan 20 ml aquades lalu di diaduk selama 3 menit dan diukur menggunakan pH meter (Budiyono dkk., 2013). Pengambilan nilai pH awal dan nilai pH akhir dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dengan interval waktu yang berdekatan, kemudian hitung nilai rata-rata pH tersebut.

b. **Penghitungan temperatur awal dan temperatur akhir**

Pengukuran temperatur awal dilakukan pada hari ke-0 dan pengukuran temperatur akhir dilakukan pada hari ke 10, 20, dan 30 dengan menggunakan *Thermometer*. Pengambilan nilai temperatur awal dan nilai temperatur akhir



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dengan interval waktu yang berdekatan, kemudian hitung nilai rata-rata temperatur tersebut.

Bakteri metana pada umumnya adalah bakteri golongan mesofil yaitu bakteri yang hidupnya dapat subur hanya pada temperatur disekitar temperatur kamar antara antara 20°C-40°C dengan temperatur optimum yaitu 27°C-30°C (Amaru, 2004).

c. Stabilitas api

Pada diakhir penelitian, setelah uji nyala api dilakukan, dilanjutkan dengan melihat stabilitas api yaitu dengan cara menghitung lama nyalanya api (Ihsan dkk., 2013). Pengujian stabilitas api biogas dilakukan dengan cara membuka kran selang biogas kemudian disulutkan dengan sumber api pada hari ke 10, 20, dan 30, kemudian hitung lama api yang menyala dengan menggunakan *stopwatch*.

d. Uji nyala api

Uji nyala api dilakukan dengan cara pengamatan langsung warna api yang dihasilkan oleh biogas. Pengujian nyala api biogas dilakukan dengan cara membuka kran selang biogas kemudian disulutkan dengan sumber api pada hari ke 10, 20, dan 30, lalu amati warna api yang muncul, dan kemudian bandingkan dengan gambar jenis-jenis warna api. Gambar 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 merupakan beberapa jenis-jenis warna api :



Gambar 3.3 Warna Api Biru
Sumber : Galeshita (2020)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4 Warna Api Kuning
Sumber : Writer (2019)



Gambar 3.5 Warna Api Jingga
Sumber : Writer (2019)



Gambar 3.6 Warna Api Merah
Sumber : Writer (2019)

3.6 Analisis Data

Data hasil dalam penelitian ini ditabulasi dan dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam rancangan Faktorial dua faktor dengan model matematis sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Keterangan :

- Y_{ijk} : Nilai pengamatan pada faktor A taraf ke-i faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k
- \bar{Y} : Rataan umum
- α_i : Pengaruh faktor A taraf ke-i
- β_j : Pengaruh faktor B taraf ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j
- ϵ_{ijk} : Pengaruh galat percobaan pada faktor A taraf ke-i faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k
- i : Taraf ke-1, 2, dan 3 faktor A
- j : Taraf ke-1, 2, dan 3 faktor B
- k : Taraf ke-1, dan 2 ulangan

Apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang ditunjukkan dari F hitung > F tabel pada tingkat kepercayaan 5%, maka ditunjukkan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menurut Steel dan Torrie (1991). Analisis keragaman rancangan penelitian dengan RAL faktorial disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Analisis Keragaman.

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung	F tabel	
					5%	1%
A	a-1	JKA	JKA/DBA	KTA/KTG	-	-
B	b-1	JKB	JKB/DBB	KTB/KTG	-	-
AB	(a-1) (b-1)	JKAB	JKAB/DBAB	KTAB/KTG	-	-
Galat	ab (r-1)	JKG	JKG/DBG			
Total	abr-1	JKT				

$$FK = (\sum Y_{ij..})^2 / a.b.r$$

$$JK_T = (\sum Y_{ij...})^2 - FK$$

$$JK_P = (\sum P_{ij})^2 / r - FK$$

$$JK_A = (\sum A_j)^2 / b.r - FK$$

$$JK_B = (\sum B_j)^2 / a.r - FK$$



Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

JKAB = JKP-JKA-JKB

JKG = JKT-JKP

Keterangan :

FK = Faktor Koreksi

JKT = Jumlah Kuadrat Tengah

JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan

JKA = Jumlah Kuadrat Faktor A

JKB = Jumlah Kuadrat Faktor B

JKAB = Jumlah Kuadrat Faktor A dan B

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

KTA = Kuadrat Tengah Faktor A

KTB = Kuadrat Tengah Faktor B

KTAB = Kuadrat Tengah Faktor AB

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = Ulangan

a = Faktor A

b = Faktor B

Apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang ditunjukkan dari F hitung > F tabel pada tingkat kepercayaan 5%, maka ditunjukkan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menurut Steel dan Torrie (1991).

$$DMRT = R (p:db \text{ galat}) \times \sqrt{KTG/r}$$

Keterangan :

R = Nilai dari tabel Uji Jarak Duncan

p = Banyaknya perlakuan

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = Ulangan



V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Untuk faktor A lama fermentasi sampai 30 hari menurunkan suhu akhir dan meningkatkan stabilitas api serta menghasilkan warna api yang baik.
2. Perlakuan terbaik untuk produksi biogas adalah rasio C/N 23,5 (feses kerbau 84% : limbah sayur 16%) dengan lama fermentasi 30 hari.
3. Tidak terdapat interaksi rasio C/N dan lama waktu fermentasi terhadap nilai pH, temperatur, stabilitas api, dan uji nyala api.

5.2 Saran

Untuk peningkatan produksi biogas terbaik dan stabilitas api penelitian selanjutnya limbah sayur sebaiknya dikeringkan terlebih dahulu sebelum diolah menjadi biogas dan untuk meningkatkan sumber C.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., S.M. Tauseef, and S.A. Abbasi. 2012. *Biogas Energy*. Springer BriefsinEnvironmental Science: New York.
- Agustina, S. 2016. Pemanfaatan Limbah Organik Kubis (*Brassica Oleracea*) Menjadi Pupuk Cair Organik dengan Cara Fermentasi. *Jurnal Inovasi Proses*, 1(2) : 80-85.
- Aji, W. K. 2015. Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Aji, H. 2017. Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Bahan Dasar Pembuatan Biogas di Workshop Kesehatan Lingkungan Bengkulu. *Jurnal of Nursing and Public Health*, 5(1) : 32-39.
- Alex, S. 2012. *Pengelolaan Sampah Organik (Sayuran) Menjadi Biogas dapat Mengurangi Masalah Sampah*. Penebar Swadaya. Bandung.
- Amaru, K. 2004. Rancangan Bangunan dan Uji Kinerja *Biodigester* Plastik *Polyethilene* Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar, Kec. Cisurupan, Kab. Garut). Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Arriani, I. 2009. Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Energi Alternatif Terbarukan (Biogas). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Amiarti. 2019. Kualitas Bahan Biogas dan Biogas dari Feses Sapi dan Limbah Kulit Nanas dengan C/N Rasio yang Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2019. Buku Statistik Pangan Tahun 2019. <https://www.google.com/search?safe=strict&ei=Eu7yx4skcyrz7sp8butuas&q=buku+statistik+pangan+riau&oq>. (Diunduh pada tanggal 26 November 2020).
- Bahrin, D., D. Anggraini, dan M. B. Pertiwi. 2011. Potensi Pembuatan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti. Jakarta.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Budiyono, G. Kaerunnisa, dan I. Rahmawati. 2013. Pengaruh pH dan Rasio COD: N terhadap Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Ninsse). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 11(1) : 1-6.
- Cahya, S., B. Utama., S. Sulistiyanto, dan Sumarsih, 2014. Ipteks bagi Masyarakat Kelompok Tani Ternak Kerbau. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 12(2) : 141-146.
- Candrika, W. 2013. Perancangan Sistem Pengaduk Pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1) : 486-492.
- Chandra, 2012. *Sampah Sumber Penularan Penyakit*. Rineka Cipta Sri. Jakarta.
- Canton, D, dan N. Herlina. 2015. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Komposisi Limbah Kulit Buah Aren (*Arenga pinnata*) dengan Starter Kotoran Sapi terhadap Biogas yang Dihasilkan. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*. 4(3) : 46-51.
- Damanik, L. H., H. Adi, dan G. Totok. 2014. Pemanfaatan Feses Ternak Sapi sebagai Energi Alternatif Biogas bagi Rumah Tangga dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknosains*, 4(1) : 93-102.
- Darmanto, A., S. Sudjito, dan W. Denny. 2012. Pengaruh Kondisi Temperatur *Mesophilic* (35°C) Anaerob Kotoran Kuda terhadap Produksi Biogas. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(2) : 317-326.
- Dwivannie, V., A. Sasmita, dan E. Pratiwi. 2019. Karakteristik pH dan Suhu dalam Proses Pembuatan Biogas dari Substrat Rumah Makan Limbah Cairan Tahu dan Kotoran Sapi. *Jurnal JOOM FTEKNIK*. Vol 6 Edisi 2 Juli s/d Desember 2019.
- Galeshita, A. 2020. Inilah 5 Warna Api dan Pengaruhnya. <https://www.hipwee.com/feature/inilah-5-warna-api-dan-pengaruhnya-pantas-saja-masak-pakai-kompas-gas-jadi-lebih-cepat-matang/> (diakses pada tanggal 9 Januari 2021).
- Gerardi, M. H. 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. John Welley and Sons, Inc. Canada.
- Hanun, F. 2013. Pengaruh Massa Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.2 no.4, hlm.49.
- Harahap, I., V. 2007. Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas Yang Dihasilkan. *Skripsi*. Program Serjana Universitas Sumatra Utara. Medan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Harsono, 2013. Aplikasi Biogas Sistem Jaringan dari Kotoran Sapi di Desa Bumijaya Kec, Anak Tuha Lampung Tengah sebagai Energi Alternatif yang Efektif. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung.
- Haryati, T. 2006. Biogas Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. *Wartazoa*, 16(3) : 160-169.
- Haryanto, A. 2014. *Energi Terbarukan*. Innosain. Yogyakarta.
- Hermawan, B. 2005. Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas untuk Mengatasi Krisis Energi dalam Negeri. *Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa*, Jurusan Kimia, MIPA. Universitas Lampung.
- Isan, A., S. Bahri, dan Musafira. 2013. Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cairan Tempe. *Jurnal of Natural Science*. 2(2) : 27-35.
- LPI. 2005. Biogas Sumber Energi Alternatif. [http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?Cetak artikel &1124147846](http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?Cetak%20artikel%20&1124147846). (diunduh pada tanggal 30 Juni 2020).
- Mahida, U. N. 1993. *Pencernaan Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Terjemahan G. A Ticoalu. Raja Grafinda Persada. Jakarta.
- Mara, I. M., B. Ida, dan Alit. 2011. Analisis Kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak. *Jurnal Ilmiah nasioanal ISSN : 2008 – 08 X Volume 1*. Nomor 2 Edisi Juli 2011.
- Maryani, S. 2016. Potensi Campuran Sampah Sayuran dan Kotoran Sapi Sebagai Penghasil Biogas. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.
- Mirah, A. D., J. E. M. Soputan, dan C.P. Paruntu. 2016. Feses Ternak Sapi Sebagai Penghasil Biogas. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 3(1) : 1-9.
- Nasution A. Z, 2016. *Proses kimia pembentukan biogas*. <https://bangazul.com/proses-kimia-pembentukan-biogas-2/>. di akses pada tanggal 18 November 2020.
- Nurmah, L. 2014. Biogas from Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture: Composition Effect. *Chemica*, 1(1) ISSN : 2355-8776.
- Purmin, 2001. *Alat Pembuatan Biogas dari Drum*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ramdiana. 2017. Pengaruh Variasi Komposisi pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas. *Eksergi*, 14(2) ISSN : 1410-3940.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Ratnaningsih, 2009. Potensi Pembentukan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi dalam Batch Reaktor Anaerob. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti. Jakarta.
- Richard, T. and N. Trautmann. 2005. C/N Ratio. Cornell waste Management Institute. *Dalam : Http://www.Compost,Css.Cornell.Edu/Calc/Cn Ratio.Html*. Diakses tanggal 6 juni 2019 (20:00).
- Rusdiyono, A. P., M. R., Kirom, dan A. Qurthobi, 2017. Perancangan Alat Ukur Konsentrasi Gas Metana dari Anaerobic Baffled Reactor (Abr) Semi-Kontinyu dengan Substart Susu Basi. *E-Proceeding of Engineering*, 4(1) ISSN : 2355-9365.
- Salim, I. Dan F. Kafiar. 2017 Pembuatan Alat Penghasil Biogas Sederhana di Kampung Hawai Kabupaten Jayapura. *Jurnal Pengabdian Papua*, 1(2) : 41-46.
- Sanjaya, M. G. 2012. Biokonversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas Menggunakan Starter Effective Microorganisme (EM4). *Jurnal Sains dan Matematika*, 1 : 17-19.
- Santoso, M. C., I. A. B. Giriantari., W. G. Ariastina. 2019. Studi Pemanfaatan Kotoran Ternak untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas di Bali. *Jurnal Sprektum*, 6(4) : 58-65.
- Saragih, B. R. 2010. Analisis Potensi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersil di Daerah Perkantoran. *Tesis*. Fakultas Teknik Program Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia. Depok.
- Serwono, E., V. Subekti., B.N. Widarti. 2018. Pengaruh Varian Campuran Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Isi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman*, 2(0) : 1-10.
- Sasmita, N. 2017. Upaya Peningkatan Nilai Kalor Biomassa Dedak Padi (*Rice Bran*) dengan Proses Fermentasi Effective Microorganisme (EM₄). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Setiawan, 2007. *Manfaatkan Kotoran Ternak*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Setiawan, 2007. *Model-Model Alat Penghasil Biogas*. Cipta Pustaka. Yogyakarta.
- Smamora, S. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Agro Media Pustaka. Jakarta.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Sipahutar, S. A. 2020. Kualitas Biogas Menggunakan Feses Kerbau dan Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Alternatif Energi Terbarukan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Stell, R. G. D, dan J. H. Torrie. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sudiarto, B. 2008. Pengelolaan Limbah Peternakan Terpadu dan Agribisnis yang Berwawasan Lingkungan. *Tugas Akhir*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sukmana. 2011. *Biogas dari Limbah Ternak*. Nuansa. Bandung.
- Samady, D. R. 2009. *Pengaruh suhu rasio C/N dan Penambahan Bioaktifator EM₄ Terhadap Produksi Biogas dari Sampah Buah-buahan*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta.
- Sandari E., S. Ellyta, dan R. Riko. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM₄. *Prosiding SNTK TOPI*. Bandung.
- Suryati. 2006. *Teknologi Pengolahan Limbah Peternakan*. Departemen Peternakan dan Pertanian Sumatra Utara. Medan.
- Suyitno, B. 2016. Fesai Slat Pembuat Pupuk Organik Untuk Kompos dan Sekolah. *Penelitian*. Hibah Bersaing Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya. Prijonosigit.
- Triatmojo, S. 2004. *Diktat Penanganan Limbah Peternakan*. Jurusan Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Uswar, N. A., I. Wardana, dan D. Widhiyanuriawan. 2012. Karakteristik Pembakaran CH₄ dengan Penambahan CO₂ pada Model Halle-Shaw Cell Pada Penyalaan Bawah. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 3(1) : 249-257.
- Wahyuni, S. 2009. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. PT ArgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Wiratmana, I. P. A., I. G. K. Sukadana dan I. G. N. P. Tenaya. 2012. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. Bali. 5(1) : 1-97.
- Wulandari, D. 2006. *Biomass Energi Center for Research on Engineering Application in Tropical*. LPPM-IPB. Bogor.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

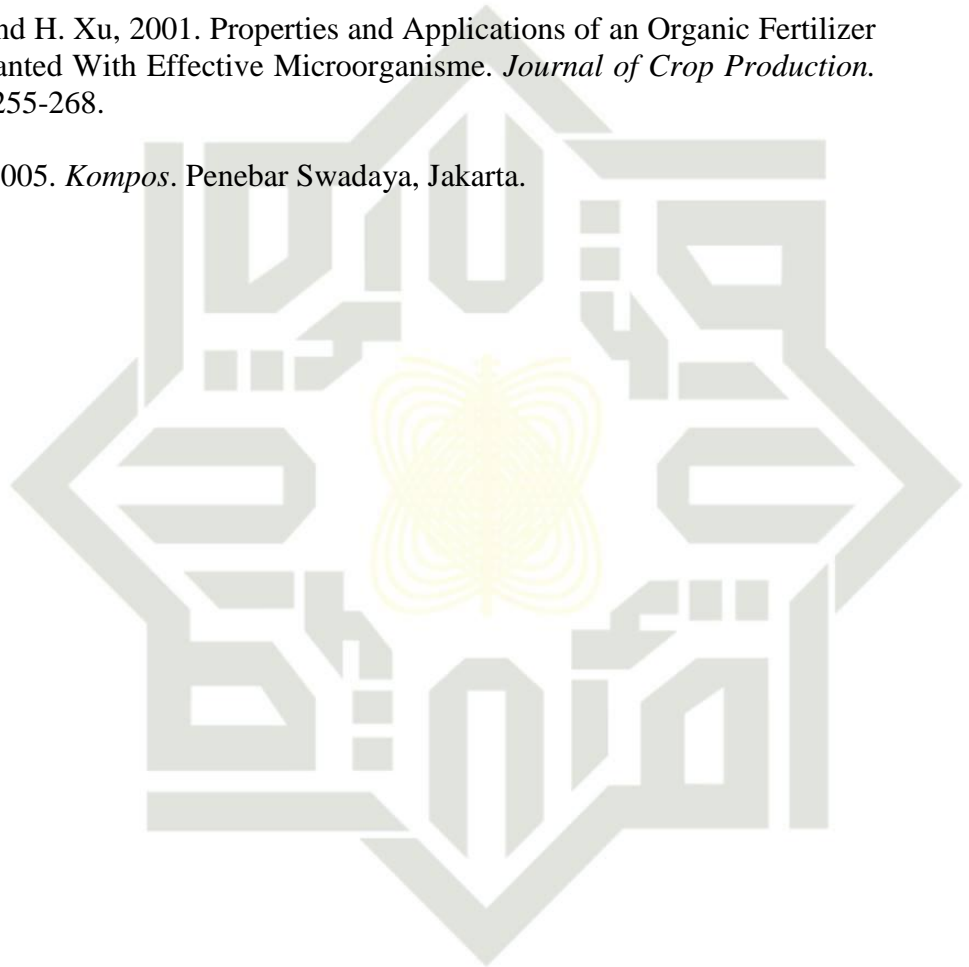
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Writer, V. 2019. 5 Tingkatan Suhu Api Berdasarkan Warna Nyala Apinya. <https://www.idntimes.com/science/discovery/mutahassin-bilhaq/tingkatan-suhu-api-berdasarkan-warna-nyala-apinya-exp-clc2> (diakses tanggal 9 januari 2021)

Yahya, S. T. dan S. Triyotno, 2017. Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumput Gajah Mini (*pennisetum purpureum cv, Mott*) dengan Sistem Batch. *Jurnal Tekni Pertanian Lampung*, 6(3) : 151-160.

Yamada, K, and H. Xu, 2001. Properties and Applications of an Organic Fertilizer Inoculated With Effective Microorganism. *Journal of Crop Production*. 3(1) : 255-268.

Yamono, D. 2005. *Kompos*. Penebar Swadaya, Jakarta.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Presentase Penambahan Setiap Perlakuan Biogas

1. Penambahan bahan pada perlakuan A0

Penambahan bahan biogas feses kerbau dengan limbah sayur

$$R = \frac{Q1(C1 \times (100-M1)) + Q2(C2 \times (100-M2))}{Q1(N1 \times (100-M1)) + Q2(N2 \times (100-M2))}$$

$$22,34 = \frac{Q1(44,24 \times (100-82,12)) + Q2(21,02 \times (100-27))}{Q1(1,98 \times (100-82,12)) + Q2(0,84 \times (100-27))}$$

$$22,34 = \frac{Q1(44,24 \times 17,88) + Q2(21,02 \times 73)}{Q1(1,98 \times 17,88) + Q2(0,84 \times 73)}$$

$$22,34 = \frac{Q1(791,0112) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)}$$

$$\frac{1}{22,34} = \frac{Q1(791,0112) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)}$$

$$= \frac{Q1(791,0112) + Q2(1.534,46)}{Q1(790,8896) + Q2(1.369,88)}$$

$$Q1(791,0112) + Q2(1.534,46) = Q1(790,8896) + Q2(1.369,88)$$

$$791,0112Q1 - 719,85Q1 = 1.534,46Q2 - 1.369,88Q2$$

$$0,1216Q1 = 164,58Q2$$

$$Q1 = \frac{164,58}{164,7016} \times 5$$

$$= 5 \text{ kg}$$

$$Q2 = \frac{0,1216}{164,7016} \times 5$$

$$= 0 \text{ kg}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penambahan starter (EM₄) pada biogas feses kerbau dengan limbah sayur.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Starter (EM₄) = 0,6% (dari bahan pengencer)

Perhitungan (EM₄) :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,6}{100} \times 5 \\
 &= 0,03 \text{ liter} \\
 &= 30 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

2. Penambahan bahan pada perlakuan A1

Penambahan bahan biogas feses kerbau dengan limbah sayur

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{Q1(C1 \times (100-M1)) + Q2(C2 \times (100-M2))}{Q1(N1 \times (100-M1)) + Q2(N2 \times (100-M2))} \\
 23 &= \frac{Q1(44,24 \times (100-82,12)) + Q2(21,02 \times (100-27))}{Q1(1,98 \times (100-82,12)) + Q2(0,84 \times (100-27))} \\
 23 &= \frac{Q1(44,24 \times 17,88) + Q2(21,02 \times 73)}{Q1(1,98 \times 17,88) + Q2(0,84 \times 73)} \\
 23 &= \frac{Q1(791,01) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)} \\
 \frac{1}{23} &= \frac{Q1(791,01) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)} \\
 &= \frac{Q1(791,01) + Q2(382,2)}{Q1(814,2) + Q2(586,84)}
 \end{aligned}$$

$$Q1(791,01) + Q2(382,2) = Q1(814,2) + Q2(586,84)$$

$$814,2Q1 - 791,01Q1 = 586,84Q2 - 382,2Q2$$

$$23,19Q1 = 203,84Q2$$

$$\begin{aligned}
 Q1 &= \frac{203,84}{227,03} \times 5 \\
 &= 4,49 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$Q2 = \frac{23,19}{227,03} \times 5$$

$$= 0,51 kg$$

Penambahan starter (EM₄) pada biogas feses kerbau dengan limbah sayur.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Starter (EM₄) = 0,6% (dari bahan pengencer)

Perhitungan (EM₄) :

$$= \frac{0,6}{100} \times 5$$

$$= 0,03 \text{ liter}$$

$$= 30 \text{ ml}$$

3. Penambahan bahan pada perlakuan A2

Penambahan bahan biogas feses kerbau dengan limbah sayur

$$R = \frac{Q1(C1 \times (100-M1)) + Q2(C2 \times (100-M2))}{Q1(N1 \times (100-M1)) + Q2(N2 \times (100-M2))}$$

$$23,5 = \frac{Q1(44,24 \times (100-82,12)) + Q2(21,02 \times (100-27))}{Q1(1,98 \times (100-82,12)) + Q2(0,84 \times (100-27))}$$

$$23,5 = \frac{Q1(44,24 \times 17,88) + Q2(21,02 \times 73)}{Q1(1,98 \times 17,88) + Q2(0,84 \times 73)}$$

$$23,5 = \frac{Q1(791,01) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)}$$

$$\frac{1}{23,5} = \frac{Q1(791,01) + Q2(1.534,46)}{Q1(35,4024) + Q2(61,32)}$$

$$= \frac{Q1(791,01) + Q2(382,2)}{Q1(831,9) + Q2(598,78)}$$

$$Q1(791,01) + Q2(382,2) = Q1(831,9) + Q2(598,78)$$

$$831,9Q1 - 791,01Q1 = 598,78Q2 - 382,2Q2$$

$$40,89Q1 = 216,58Q2$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$Q1 = \frac{216,58}{257,47} \times 5$$

$$= 4,2 \text{ kg}$$

$$Q2 = \frac{40,89}{257,47} \times 5$$

$$= 0,8 \text{ kg}$$

Penambahan starter (EM₄) pada biogas feses kerbau dengan limbah sayur.

Diketahui :

Air pengencer = 5 Liter

Starter (EM₄) = 0,6% (dari bahan pengencer)

Perhitungan (EM₄) :

$$= \frac{0,6}{100} \times 5$$

$$= 0,03 \text{ liter}$$

$$= 30 \text{ ml}$$



Lampiran 2 Data pH Awal Bahan Biogas

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 20 (hari)	B2 (30 hari)		
A0 22,34	1	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	2	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	Total	14,0	14,0	14,0	42,0	
	Rataan	7,00	7,00	7,00		7,00
A1 23	1	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	2	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	Total	14,0	14,0	14,0	42,0	
	Rataan	7,00	7,00	7,00		7,00
A2 23,5	1	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	2	7,0	7,0	7,0	21,0	7,00
	Total	14,0	14,0	14,0	42,0	
	Rataan	7,00	7,00	7,00		7,00
Total		42,0	42,0	42,0	126,0	
Rataan		7,00	7,00	7,00		7,00

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(126)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{15.876}{18} \\
 &= 882
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_T &= (\sum Y_{ij..})^2 - FK \\
 &= (7^2 + 7^2 + 7^2 + \dots + 7^2) - 882 \\
 &= 882 - 882 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum P_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(14^2 + 14^2 + 14^2 + \dots + 14^2)}{2} - 882 \\ &= \frac{1.764}{2} - 882 \\ &= 882 - 882 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKA &= \frac{(\sum A_j)^2}{b.r} - FK \\ &= \frac{42^2 + 42^2 + 42^2}{3 \times 2} - 882 \\ &= \frac{5.292}{6} - 882 \\ &= 882 - 882 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{(\sum B_j)^2}{a.r} - FK \\ &= \frac{42^2 + 42^2 + 42^2}{3 \times 2} - 882 \\ &= \frac{5.292}{6} - 882 \\ &= 882 - 882 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 0 - 0 - 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 0 - 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{llll} \text{DB A} & = a-1 & \text{DB B} & = b-1 & \text{DB AB} & = (a-1).(b-1) & \text{DB G} & = a.b.(r-1) \\ & = 3-1 & & = 3-1 & & = (3-1).(3-1) & & = 3.3.(2-1) \\ & = 2 & & = 2 & & = 4 & & = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTA} & = \text{JKA/DB A} & \text{KTB} & = \text{JKB/DB B} & \text{KTAB} & = \text{JKAB/DB AB} \\ & = 0 / 2 & & = 0 / 2 & & = 0 / 4 \\ & = 0 & & = 0 & & = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTG} & = \text{JKG/DB G} & \text{F hit, A} & = \text{KTA/KTG} & \text{F hit, B} & = \text{KTB/KTG} \\ & = 0 / 9 & & = 0 / 0 & & = 0 / 0 \\ & = 0 & & = 0 & & = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F hit, AB} = \text{KTAB/KTG} \\ = 0 / 0 \\ = 0 \end{array}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
A	2	0	0	0	4,26	8,02	Ns
B	2	0	0	0	4,26	8,02	Ns
AB	4	0	0	0	3,63	6,42	Ns
Galat	9	0	0				
Total	17	0					

Keterangan : Ns : Non signifikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 3 Data pH Akhir Bahan Biogas

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 22,34	1	6,7	6,4	4,9	18,0	6,00
	2	5,1	5,2	6,5	16,8	5,60
	Total	11,8	11,6	11,4	34,8	
	Rataan	5,90	5,80	5,70		5,80
A1 23	1	4,9	6,6	5,7	17,2	5,73
	2	6,3	5,6	4,9	16,8	5,60
	Total	11,2	12,2	10,6	34	
	Rataan	5,60	6,10	5,30		5,67
A2 23,5	1	5,6	6,0	5,7	17,3	5,77
	2	6,2	5,0	5,9	17,1	5,70
	Total	11,8	11,0	11,6	34,4	
	Rataan	5,90	5,50	5,80		5,73
Total		34,80	34,80	33,60	103,2	
Rataan		5,80	5,80	5,60		5,73

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(103,2)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{10.650,24}{18} \\
 &= 591,68
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_T &= (\sum Y_{ij..})^2 - FK \\
 &= (6,7^2 + 5,1^2 + 6,4^2 + \dots + 5,9^2) - 591,68 \\
 &= 598,38 - 591,68 \\
 &= 6,7
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum P_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(11,8^2 + 11,6^2 + 11,4^2 + \dots + 11,6^2)}{2} - 591,68 \\ &= \frac{1.185,21}{2} - 591,68 \\ &= 592,61 - 591,68 \\ &= 0,93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKA &= \frac{(\sum A_j)^2}{b.r} - FK \\ &= \frac{34,8^2 + 34^2 + 34,4^2}{3 \times 2} - 591,68 \\ &= \frac{3.550,40}{6} - 591,68 \\ &= 591,73 - 591,68 \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{(\sum B_j)^2}{a.r} - FK \\ &= \frac{34,8^2 + 34,8^2 + 33,6^2}{3 \times 2} - 591,68 \\ &= \frac{3.551,04}{6} - 591,68 \\ &= 591,84 - 591,68 \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 0,93 - 0,05 - 0,16 \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 6,7 - 0,93 \\ &= 5,77 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{llll} \text{DB A} & = a-1 & \text{DB B} & = b-1 & \text{DB AB} & = (a-1).(b-1) & \text{DB G} & = a.b.(r-1) \\ & = 3-1 & & = 3-1 & & = (3-1).(3-1) & & = 3.3.(2-1) \\ & = 2 & & = 2 & & = 4 & & = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTA} & = \text{JKA} / \text{DB A} & \text{KTB} & = \text{JKB} / \text{DB B} & \text{KTAB} & = \text{JKAB} / \text{DB AB} \\ & = 0,55 / 2 & & = 0,16 / 2 & & = 0,72 / 4 \\ & = 0,025 & & = 0,08 & & = 0,18 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTG} & = \text{JKG} / \text{DB G} & \text{F hit, A} & = \text{KTA} / \text{KTG} & \text{F hit, B} & = \text{KTB} / \text{KTG} \\ & = 5,77 / 9 & & = 0,025 / 0,64 & & = 0,08 / 0,64 \\ & = 0,64 & & = 0,039 & & = 0,125 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F hit, AB} = \text{KTAB} / \text{KTG} \\ = 0,18 / 0,64 \\ = 0,28 \end{array}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
A	2	0,05	0,025	0,039	4,26	8,02	Ns
B	2	0,16	0,08	0,125	4,26	8,02	Ns
AB	4	0,72	0,18	0,28	3,63	6,42	Ns
Galat	9	5,77	0,64				
Total	17	6,7					

Keterangan : Ns : Non signifikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 4 Data Temperatur Awal Bahan Biogas

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 22,34	1	31,0	30,0	31,0	92,0	30,67
	2	30,0	31,0	31,0	92,0	30,67
	Total	61,0	61,0	62,0	184,0	
	Rataan	30,50	30,50	31,0		30,67
A1 23	1	31,0	31,0	31,0	93,0	31,00
	2	32,0	30,0	30,0	92,0	30,67
	Total	63,0	61,0	61,0	185,0	
	Rataan	31,50	30,50	30,50		30,83
A2 23,5	1	31,0	30,0	31,0	92,0	30,67
	2	30,0	32,0	30,0	92,0	30,67
	Total	61,0	62,0	61,0	184,0	
	Rataan	30,50	31,0	30,50		30,67
Total		184,0	184,0	185,0	553,0	
Rataan		30,83	30,67	30,67		30,72

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(553)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{305.809}{18} \\
 &= 16.989,4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_T &= (\sum Y_{ij..})^2 - FK \\
 &= (31^2 + 30^2 + 30^2 + \dots + 30^2) - 16.989,4 \\
 &= 16.997 - 16.989,4 \\
 &= 7,6
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum P_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(61^2 + 61^2 + 62^2 + \dots + 61^2)}{2} - 16.989,4 \\ &= \frac{33.983}{2} - 16.989,4 \\ &= 16.991,5 - 16.989,4 \\ &= 2,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKA &= \frac{(\sum A_j)^2}{b.r} - FK \\ &= \frac{184^2 + 185^2 + 184^2}{3 \times 2} - 16.989,4 \\ &= \frac{101.937}{6} - 16.989,4 \\ &= 16.989,5 - 16.989,4 \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{(\sum B_j)^2}{a.r} - FK \\ &= \frac{184^2 + 184^2 + 185^2}{3 \times 2} - 16.989,4 \\ &= \frac{101.937}{6} - 16.989,4 \\ &= 16.989,5 - 16.989,4 \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 2,1 - 0,1 - 0,1 \\ &= 1,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 7,6 - 2,1 \\ &= 5,5 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{llll} \text{DB A} & = a-1 & \text{DB B} & = b-1 & \text{DB AB} & = (a-1).(b-1) & \text{DB G} & = a.b.(r-1) \\ & = 3-1 & & = 3-1 & & = (3-1).(3-1) & & = 3.3.(2-1) \\ & = 2 & & = 2 & & = 4 & & = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTA} & = \text{JKA/DB A} & \text{KTB} & = \text{JKB/DB B} & \text{KTAB} & = \text{JKAB/DB AB} \\ & = 0,1 / 2 & & = 0,1 / 2 & & = 0,05 / 4 \\ & = 0,05 & & = 0,05 & & = 0,01 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTG} & = \text{JKG/DB G} & \text{F hit, A} & = \text{KTA/KTG} & \text{F hit, B} & = \text{KTB/KTG} \\ & = 5,5 / 9 & & = 0,05 / 0,6 & & = 0,05 / 0,6 \\ & = 0,6 & & = 0,08 & & = 0,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F hit, AB} = \text{KTAB/KTG} \\ = 0,01 / 0,6 \\ = 0,02 \end{array}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
A	2	0,1	0,05	0,8	4,26	8,02	Ns
B	2	0,1	0,05	0,8	4,26	8,02	Ns
AB	4	1,9	0,5	0,8	3,63	6,42	Ns
Galat	9	5,5	0,6				
Total	17	7,6					

Keterangan : Ns : Non signifikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 5 Data Temperatur Akhir Bahan Biogas

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 22,34	1	31,0	30,0	29,0	90,0	30,00
	2	31,0	31,0	28,0	90,0	30,00
	Total	62,0	61,0	57,0	180,0	
	Rataan	31,0	30,5	28,5		30,00
A1 23	1	31,0	30,0	28,0	89,0	29,67
	2	31,0	30,0	28,0	89,0	29,67
	Total	62,0	60,0	56,0	178,0	
	Rataan	31,0	30,0	28,0		29,67
A2 23,5	1	31,0	29,0	28,0	88,0	29,33
	2	31,0	30,0	29,0	90,0	30,00
	Total	62,0	59,0	57,0	178,0	
	Rataan	31,0	29,5	28,5		29,67
Total		186,0	180,0	170,0	536,0	
Rataan		31,00	30,00	28,33		29,78

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(536)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{287.296}{18} \\
 &= 15.960,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_T &= (\sum Y_{ij..})^2 - FK \\
 &= (31^2 + 31^2 + 30^2 + \dots + 29^2) - 15.960,89 \\
 &= 15.986 - 15.960,89 \\
 &= 25,11
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum P_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(62^2 + 61^2 + 57^2 + \dots + 57^2)}{2} - 15.960,89 \\ &= \frac{31.968}{2} - 15.960,89 \\ &= 15.984 - 15.960,89 \\ &= 23,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKA &= \frac{(\sum A_j)^2}{b.r} - FK \\ &= \frac{180^2 + 178^2 + 178^2}{3 \times 2} - 15.960,89 \\ &= \frac{95.768}{6} - 15.960,89 \\ &= 15.961,33 - 15.960,89 \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{(\sum B_j)^2}{a.r} - FK \\ &= \frac{186^2 + 180^2 + 170^2}{3 \times 2} - 15.960,89 \\ &= \frac{95.896}{6} - 15.960,89 \\ &= 15.982,67 - 15.960,89 \\ &= 21,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 23,11 - 0,44 - 21,78 \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 25,11 - 23,11 \\ &= 2 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{llll} \text{DB A} & = a-1 & \text{DB B} & = b-1 & \text{DB AB} & = (a-1).(b-1) & \text{DB G} & = a.b.(r-1) \\ & = 3-1 & & = 3-1 & & = (3-1).(3-1) & & = 3.3.(2-1) \\ & = 2 & & = 2 & & = 4 & & = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTA} & = \text{JKA} / \text{DB A} & \text{KTB} & = \text{JKB} / \text{DB B} & \text{KTAB} & = \text{JKAB} / \text{DB AB} \\ & = 0,44 / 2 & & = 21,78 / 2 & & = 0,89 / 4 \\ & = 0,22 & & = 10,89 & & = 0,2225 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTG} & = \text{JKG} / \text{DB G} & \text{F hit, A} & = \text{KTA} / \text{KTG} & \text{F hit, B} & = \text{KTB} / \text{KTG} \\ & = 2 / 9 & & = 0,22 / 0,22 & & = 10,89 / 0,22 \\ & = 0,22 & & = 1 & & = 49,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F hit, AB} = \text{KTAB} / \text{KTG} \\ = 0,2225 / 0,22 \\ = 0,011 \end{array}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
A	2	0,44	0,22	1	4,26	8,02	Ns
B	2	21,78	10,89	49,5	4,26	8,02	**
AB	4	0,89	0,2225	0,011	3,63	6,42	Ns
Galat	9	2	0,22				
Total	17	25,11					

Keterangan : Ns : Non signifikan

** : Berpengaruh sangat nyata $P < 0,01$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Uji DMRT

Hak Cipta milik UIN Suska Riau

$$S_{\alpha B} = \sqrt{\frac{KTG}{r.a}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,22}{2 \times 3}}$$

$$= 0,19$$

P	SSR 5%	LSR 5%	SSR 1%	LSR 1%
2	3,199	0,61	4,60	0,87
3	3,339	0,63	4,79	0,91
B0 31	B1 30	B2 28,33		
Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
B0-B1	1,0	0,61	0,87	**
B0-B2	2,67	0,63	0,91	**
B1-B2	1,67	0,61	0,87	**

Keterangan : Ns : non signifikan

** : Berbeda sangat nyata $P < 0,01$

Superskrip : a b c

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 6 Data Stabilitas Api Bahan Biogas

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rataan
		B0 (10 hari)	B1 (20 hari)	B2 (30 hari)		
A0 22,34	1	15,0	23,0	23,0	61,0	20,33
	2	13,0	21,0	19,0	53,0	17,67
	Total	28,0	44,0	42,0	114,0	
	Rataan	14,00	22,00	21,00		19,0
A1 23	1	11,0	17,0	22,0	50,0	16,67
	2	13,0	25,0	21,0	59,0	19,67
	Total	24,0	42,0	43,0	109,0	
	Rataan	12,00	21,00	21,50		18,17
A2 23,5	1	13,0	16,0	20,0	49,0	16,33
	2	11,0	16,0	19,0	46,0	15,33
	Total	24,0	32,0	39,0	95,0	
	Rataan	12,00	16,00	19,50		15,83
Total		76,0	118,0	124,0	318,0	
Rataan		12,67	19,67	20,67		17,67

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum Y_{ij..})^2}{a.b.r} \\
 &= \frac{(318)^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{101.124}{18} \\
 &= 5.618
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_T &= (\sum Y_{ij..})^2 - FK \\
 &= (15^2 + 13^2 + 23^2 + \dots + 19^2) - 5.618 \\
 &= 5.946 - 5.618 \\
 &= 328
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum P_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(28^2 + 44^2 + 42^2 + \dots + 39^2)}{2} - 5.618 \\ &= \frac{11.794}{2} - 5.618 \\ &= 5.897 - 5.618 \\ &= 279 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKA &= \frac{(\sum A_j)^2}{b.r} - FK \\ &= \frac{114^2 + 109^2 + 95^2}{3 \times 2} - 5.618 \\ &= \frac{33.902}{6} - 5.618 \\ &= 5.650,33 - 5.618 \\ &= 32,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKB &= \frac{(\sum B_j)^2}{a.r} - FK \\ &= \frac{76 + 118^2 + 124^2}{3 \times 2} - 5.618 \\ &= \frac{35.076}{6} - 5.618 \\ &= 5.846 - 5.618 \\ &= 228 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKAB &= JKP - JKA - JKB \\ &= 279 - 32,33 - 228 \\ &= 18,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 328 - 279 \\ &= 49 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{llll} \text{DB A} & = a-1 & \text{DB B} & = b-1 & \text{DB AB} & = (a-1).(b-1) & \text{DB G} & = a.b.(r-1) \\ & = 3-1 & & = 3-1 & & = (3-1).(3-1) & & = 3.3.(2-1) \\ & = 2 & & = 2 & & = 4 & & = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTA} & = \text{JKA} / \text{DB A} & \text{KTB} & = \text{JKB} / \text{DB B} & \text{KTAB} & = \text{JKAB} / \text{DB AB} \\ & = 32,33 / 2 & & = 228 / 2 & & = 18,67 / 4 \\ & = 16,165 & & = 114 & & = 4,6675 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{KTG} & = \text{JKG} / \text{DB G} & \text{F hit, A} & = \text{KTA} / \text{KTG} & \text{F hit, B} & = \text{KTB} / \text{KTG} \\ & = 49 / 9 & & = 16,165 / 5,44 & & = 144 / 5,44 \\ & = 5,44 & & = 2,969 & & = 26,470 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F hit, AB} = \text{KTAB} / \text{KTG} \\ = 4,6675 / 5,44 \\ = 0,857 \end{array}$$

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel		Keterangan
					5%	1%	
A	2	32,33	16,165	2,971	4,26	8,02	Ns
B	2	228	144	26,470	4,26	8,02	**
AB	4	18,67	4,6675	0,857	3,63	6,42	Ns
Galat	9	49	5,44				
Total	17	328					

Keterangan : Ns : Non signifikan

** : Berpengaruh sangat nyata $P < 0,01$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Uji DMRT

Ⓢ Hak Cipta milik UIN Suska Riau

$$S_{\alpha B} = \sqrt{\frac{KTG}{r.a}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,44}{2 \times 3}}$$

$$= 0,95$$

P	SSR 5%	LSR 5%	SSR 1%	LSR 1%
2	3,199	3,04	4,60	4,37
3	3,339	3,17	4,79	4,55

B2	B1	B0
20,67	19,67	12,67

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
B2-B1	1,0	3,04	4,37	Ns
B2-B0	8,0	3,17	4,55	**
B1-B0	7,0	3,04	4,37	**

Keterangan : Ns : Non signifikan

** : berpengaruh sangat nyata $P < 0,01$

Superskrip : a b b

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 7 Uji Nyala Api

Faktor A	Faktor B		
	B0	B1	B2
A0	Merah	Biru	Biru Kekuningan
A1	Merah	Biru Kekuningan	Biru
A2	Merah	Merah	Biru Kekuningan

Keterangan : warna uji nyala api setiap perlakuan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Aquades



Lakban, Corong, dan Tutup Galon



Pengukuran pH dan Suhu



Alat Pengukur pH dan Suhu



Starter EM₄



Penimbangan Bahan

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Pencacahan Limbah Sayur



Pengukuran Stabilitas Api dan Uji Nyala Api



Feses Kerbau



Pengadukan Bahan Baku Biogas



Tahap Fermentasi



Bahan Biogas yang Telah Diisi